

**E T レベル 3 二次パート D・E 試験のポイント**

JIS Z 2305:2013 非破壊試験技術者の資格及び認証に基づく ET レベル 3 の試験は渦電流探傷試験の適用と実際に関する問題が出題され、参考書として JSNDI 発行の『渦流探傷試験Ⅲ』がある。本稿では、最近行われた試験のうち、正答率の低かった問題に類似した例題によりポイントを解説する。

**問 1 交流電圧源(定電圧)に接続されたコイルに磁性体の金属を近付けたとき、コイルに流れる電流はどうなるか。次のうちから正しいものを一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 増加する。(b) 減少する。(c) 変わらない。
- (d) 磁性体が移動しているとき増加するが、停止すると元の値に戻る。

**正答 (b)**

交流電流が流れているコイルの磁界内に金属を挿入すると、電磁誘導現象により金属体中に渦電流が流れ、コイルのインピーダンス  $Z$  が変化する。金属が磁性体の場合は、コイルのインピーダンスは増加し、非磁性体の場合は減少する。この問題では、コイルに一定電圧  $V$  を印加しており、電流  $I$  は  $I=V/Z$  で求めることができる。すなわち、コイルに磁性体の金属を近付けるとコイルのインピーダンス  $Z$  は増加し、電流  $I$  は減少する。したがって、正答は (b) となる。

**問 2 次の文は、金属の磁気的性質について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 強磁性体の磁化の強さは  $0^{\circ}\text{C}$  のときが最大で、キュリー温度で最小となる。
- (b) オーステナイト系ステンレス鋼は非磁性体に含まれるが、冷間で加工を受けると強磁性を示すことがある。
- (c) 炭素鋼を熱処理すると磁性が変化するが、焼鈍した場合よりも焼入れしたときの方が飽和磁化は大きくなる。
- (d) 焼鈍された炭素鋼はその結晶方位により磁気異方性を示すが、その後圧延されると方位が壊れ異方性を示さなくなる。

**正答 (b)**

この問題を解くには、『渦流探傷試験Ⅲ』P-94「金属の磁気的性質」を参照すればよい。

(a) は、強磁性体の磁化の強さの温度依存性を表わしたものであり、強磁性体の飽和磁化の強さ  $J_s$  は、絶対温度  $0(\text{K}) (-273.15^{\circ}\text{C})$  に対し、温度の上昇に伴い減少しキュリー温度で零になり、(a) は不正解である。(c) は、熱処理による磁性の変化を表わしたものであり、炭素鋼の焼鈍材は焼入材に比べ飽和磁化が大きくなり、(c) は不正解である。(d) は、金属の磁気異方性を表わしたものであり、一般の金属は多結晶体であり、種々の結晶方位の集合体であるため、焼鈍された金属の場合、結晶方位による磁気異方性の影響は殆んど打ち消される。通常は圧延などによって生じる圧延方向に依存した磁気異方性が大きく現れ、(d) は不正解である。

非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼は、加工されることにより強磁性のマルテンサイト相が形成され、強磁性を呈するようになる。加工割合の増加とともに透磁率が増加することが示される。したがって、正答は (b) となる。

**問 3 次の文は、タンジェンシャルコイルについて述べたものである。文中の①から④に当てはまる用語で、正しい組み合わせを一つ選び記号で答えよ。**

このコイルによって試験体中に誘導される ① は、コイルの軸に対して ② の直線状となるので、コイルの軸と ③ のスリット状きずは感度よく検出するが、コイルの軸と ④ のきずに対する検出感度は低下する。

- (a) ① 渦電流 ② 水平方向 ③ 直角の向き ④ 平行の向き
- (b) ① 磁力線 ② 水平方向 ③ 直角の向き ④ 平行の向き
- (c) ① 渦電流 ② 直角方向 ③ 平行の向き ④ 垂直の向き
- (d) ① 磁力線 ② 直角方向 ③ 平行の向き ④ 垂直の向き

**正答 (c)**

タンジェンシャルコイルについては、『渦流探傷試験Ⅲ』P-51 に記載されている。コイルの軸は平板状試験体に対し平行となるように配置されている。このコイルによって試験体中に誘導される渦電流は、コイルの軸に対して

直角方向の直線状となるので、コイルの軸と平行の向きのスリット状きずは感度よく検出するが、コイルの軸と垂直の向きのきずに対する検出感度は低下する。このように、検出感度は異方性をもつが、タンジェンシャルコイルによって発生する渦電流は、2つのコイルを用いた上置コイルの差動方式を構成する際に、通常の上置コイルよりも小さく作ることか可能なため、微小なきずに対する分解能と検出感度に優れたコイルを作成することが可能となる。したがって、正答は(c)となる。

**問4** 次の文は、試験体の表面状況が渦電流試験に与える影響について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 機械加工による周期的な凹凸は、上置プローブの探傷においてリフトオフが減少する方向にインピーダンスが変化する。
- (b) 機械加工による周期的な凹凸の影響を少なくするためにリフトオフを大きくすると、検出感度が向上する。
- (c) ショットピーニングを行うと、表面硬度が増すが電気抵抗は減少する。
- (d) ショットピーニングを行うと、表面の局所的な材質変化によりベースノイズが増える可能性がある。

**正答 (d)**

上置プローブによる平板の探傷において、機械加工等による規則的な細かい凹凸があった場合、検出コイルと試験体の間に空間部分が増えることになり、リフトオフが増える方向にインピーダンスが変化し、(a)は不正解である。凹凸の状況が試験面全体に同様であれば、凹凸の影響は加工の粗さに応じたリフトオフの増加によりきず検出感度は低下し、(b)も不正解である。

金属の表面処理としてショットピーニングを行うと、加工硬化により表面硬度が増し、電気抵抗は増加するので、(c)は不正解である。また、ショットピーニングを行うと表面の局所的な材質変化によりベースノイズが増える可能性がある。したがって、正答は(d)となる。

**問5** 次の文は、レベル3技術者の役割について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 試験を適用する材料や製品の製造技術等に関する

知識は不要である。

- (b) 他の NDT 方法についての知識を持ち、渦電流探傷試験を適用することの合理性を判断する。
- (c) 対比試験片を指定し、適用する試験装置の選定や試験条件を指定する。
- (d) 試験に関わる技術者の教育。

**正答 (a)**

非破壊試験技術者の役割は、JIS Z 2305:2013「非破壊試験技術者の資格及び認証」に規定されており、『渦流探傷試験Ⅲ』P-3「渦流探傷試験レベル3技術者の役割」にも記載されている。渦流探傷試験レベル3に認証された技術者は、渦流探傷試験の実施とその結果に関して全責任を担う。すなわち、渦流探傷試験に関する知識を十分に有すると共に、渦流探傷試験を適用する材料や製品の製造技術について十分な基礎知識を持つことが求められる。したがって、正答は(a)となる。

**問6** 次は、JIS Z 2300:2009「非破壊試験用語」に規定されている定義を示したものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 欠陥 : 規格、仕様書などで規定された判定基準を超え、不合格となるきず。
- (b) 判定基準 : 非破壊試験によって検出したきずの寸法により使用上有害かどうかを決める基準。
- (c) 指示 : 非破壊試験において、装置上に表示された画像、数値又は試験体上に出現された模様。
- (d) 不連続部 : 組織、材質又は形状の連続性が途切れる部分で、意図的な場合とそうでない場合との両方が含まれる。

**正答 (b)**

この問題は、JIS Z 2300:2009「非破壊試験用語」に規定されている判定・評価に関する内容である。このうち、(b)の判定基準は、非破壊試験によって検出した結果を用いて、要求水準を満足しているかを決める基準である。したがって、正答は(b)となる。

レベル3の二次試験には、同一問題が繰り返し出題されており、受験者は本稿に限らず過去の NDT フラッシュを必ず精読しておく必要がある。

**PT レベル 2 一般・専門試験のポイント**

これまでに PT レベル 2 の一般試験，専門試験については何回か本欄で解説してきた。今回は，最近の問題の中から正答率の良くないものに類似した問題について解説する。特に解説を簡単にしておいて多くの問題を紹介した。

**問 1 次の文は，現像処理について述べたものである。**

**正しいものを一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 乾式現像法は極めて比重の小さい白色粉末の現像剤をエアフライング法などで使用する 방법으로，蛍光浸透探傷試験と組み合わせて使用するが，染色浸透探傷試験には適用できない。
- (b) 湿式現像法は白色微粉末の現像剤を水に分散させた湿式現像剤を適用する方法で，蛍光浸透探傷試験と組み合わせて使用するが，染色浸透探傷試験には適用できない。
- (c) 速乾式現像剤は揮発性の高い有機溶剤に白色微粉末を分散させた懸濁液を使用する方法で，染色浸透探傷試験と組み合わせて使用するが，蛍光浸透探傷試験には適用できない。
- (d) 無現像法は現像剤を使用しない方法で，洗浄処理あるいは除去処理後そのままの状態を観察する。この方法は現像剤によるバックグラウンドができないため染色浸透探傷試験では地肌の白い試験体にしか適用できない。

**正答 (a)**

この問題は，各種現像剤の特徴と適用について述べている。基本的に，指示模様の観察にバックグラウンドの形成される現像法と形成されない適用法を区分して考えると正答 (a) を見つけだすことができる。

**問 2 次の文は，水エアゾール洗浄液を用いた水洗性浸透探傷試験について述べたものである。最も一般的な実施方法を一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 浸透処理した試験体に水エアゾール洗浄液を一定の距離に保ちながら吹きつけ，最後に表面に付着している洗浄水をウエスでふきとる。
- (b) 余剰浸透液をできるだけウエス等でふきとり，次に試験体に水エアゾール洗浄液を一定の距離に保ちながら吹きつけ，最後に表面に付着している洗浄水をウエスでふきとる。

(c) 余剰浸透液を乾燥したウエス等でふきとり，次に水エアゾール洗浄液で軽く湿らせたウエスで残りの余剰浸透液を除去する。

(d) 洗浄は，まず水スプレにより予備洗浄を行って，ほとんど余剰浸透液がない状態の試験体に，再度水エアゾール洗浄液を一定の距離に保ちながら吹きつけ，最後に表面に付着している洗浄水をウエスでふきとる。

**正答 (b)**

ここに記述された，(a) から (d) は，どれを適用してもきず検出は可能である。

水エアゾールは，簡易形の水溶性浸透探傷試験であり，使用する水をできるだけ少なくできる方法としている。このことから，(b) を正答としている。

**問 3 次の文は，浸透処理について述べたものである。**

**誤っているものを一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 浸透処理には，探傷方法あるいは対象物によって，浸漬，吹きつけ，はけ塗り等の方法が用いられるが，いずれも排液を行う必要がある。
- (b) 後乳化性浸透探傷試験の浸透処理では，余剰浸透液の厚さをできる限り均一にすることが必要である。
- (c) 浸透時間は，浸透液の種類，試験体の材質，試験体と浸透液の温度，予想されるきずの種類と大きさで決める。
- (d) 同一の対象物に対して，浸透処理を浸漬法で行う場合と吹きつけ法で行う場合では，浸透時間は同じである。

**正答 (a)**

浸透液の排液は次工程の余剰浸透液の除去を適正又は容易にするために要求される。しかし，浸透方法の種類によって要求されることはない。よって (a) は正しくない。

**問 4 次の文は，現像面について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。**

- (a) 乾式現像法の現像面も，速乾式現像法や湿式現像法と同様に，適切な現像剤塗膜厚さが要求される。
- (b) 溶剤除去性蛍光浸透探傷試験では，バックグラウンドとして十分な白色を形成させることが重要

で、一般的に現像剤塗膜厚さは、地肌が見えなくなる現像面が必要である。

- (c) 染色浸透探傷試験において、試験面が黒色の試験体と白色の試験体では現像剤塗膜の厚みを変え、黒色の面には少し薄めに、白色の面には厚めに現像剤を適用するのが一般的である。
- (d) 無現像法は、蛍光浸透探傷試験に適用でき、また現像剤を適用しないので特に現像剤塗膜を取り除く後処理が不要という利点を有している。

正答 (d)

乾式現像剤には、一定の厚さ要求がない。速乾式現像剤には、十分な厚さを要求していない。(c)は、逆である。よって、(d)が正しい。

問5 次の文は溶接部の浸透探傷試験について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 溶接部では、溶接後ある時間を経過してから割れが発生することがあるので、検査の時期を考慮すべきである。
- (b) 溶接部の裏はつり面の探傷は、溶接部の裏はつりを行ったときに発生した溶接きずを検出するために実施するものである。
- (c) 溶接部の開先面検査は、溶接に悪影響を与える母材のきずを検出するために実施するものである。
- (d) 使用上重要な溶接部は、表面の余盛を除去した状態で探傷を行う場合がある。

正答 (b)

溶接部の裏はつり面の探傷は、溶接部の裏はつりを行ったときに発生した溶接きずを検出するためではなくて、溶接初層部の除去が適切に実施されているかどうかの確認を目的にしている。よって、(b)は正しくない。

問6 指示模様を検出した試験体の破壊に対する最終評価をするのに最も望ましい方法を一つ選び記号で答えよ。

- (a) 指示模様の寸法、形状、方向により判定する。
- (b) 指示模様を除去し、きずそのものの寸法、形状、方向により判定する。
- (c) 指示模様を除去し、再度現像処理をして出た指示模様の寸法、形状、方向により判定する。

(d) 高感度の浸透液で再度指示模様を検出して、その指示模様の寸法、形状、方向により判定する。

正答 (b)

試験体の破壊に対する最終評価は、きずそのものの寸法、形状、方向により判定する必要がある。(b)が正しい。

問7 次の文は、きずの指示模様を記録する場合について述べたものである。誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) スケッチにより記録する方法は、比較的簡単であり、一般的によく用いられている。
- (b) 指示模様を転写により記録する方法は比較的正確ではあるが、転写した指示模様が徐々ににじんだり、浸透液の色調が変化したりする欠点がある。
- (c) 蛍光浸透探傷試験による指示模様を写真で記録する方法は、試験体が写りにくいので一般的に写真撮影は行わない。
- (d) 浸透探傷試験で検出されたきずの形状や寸法を正確に把握するには、指示模様を除去し、拡大鏡で、きずを直接観察しマクロ写真などに記録するのが良い方法である。

正答 (c)

蛍光浸透探傷試験による指示模様を写真で記録するには、フィルタ、露光調整が必要であるが、写真撮影は可能である。よって、(c)は正しくない。

問8 湿式現像液の比重を測定した結果、濃度は63 g/lであることが分かった。次のうち、この濃度を60 g/lとするための措置として正しいものを一つ選び記号で答えよ。ただし、現像液は5lあるものとする。

- (a) 250 ml の水道水を加える。
- (b) 500 ml の水道水を加える。
- (c) 1 l の水道水を加える。
- (d) 3 g の現像剤を加える。

正答 (a)

5000 ml の液に  $63 \times 5 \text{ g} = 315 \text{ g}$  入っている現像剤を希釈して60 g/lとするための措置としては、水道水を250 ml 加える必要がある。よって (a) が正しい。